Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 20, No. 3, Fall 2022, p. 335-348

Selection of Suitable Sugar Beet Genotypes for Winter Sowing (Pending) in Torbat-e-Jam Region

H. Hamidi[1], M. Ahmadi[2*], D. Taleghani[3]

Received: 17-01-2022 Revised: 29-03-2022 Accepted: 17-04-2022	**How to cite this article:** Hamidi, H., Ahmadi, M., and Taleghani, D. 2022. Selection of Suitable Sugar Beet Genotypes for Winter Sowing (Pending) in Torbat-e-Jam Region. Iranian Journal of Field Crops Research 20 (3): 335-348. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/jcesc.2022.74787.1138.

Introduction

Most areas under spring sugar beet cultivation face severe water restrictions and increasing the area under cultivation of this crop in most of these areas is contrary to the principle of conservation of water and soil resources. The use of new areas for winter sugar beet cultivation should be the area under cultivation of this crop in hot and dry areas. Therefore, winter sowing (pending) of sugar beet with emphasis on the limitations of the country's water resources has been proposed as a solution.

Materials and Methods

In this study, the quantitative and qualitative yield of 16 sugar beet genotypes in winter planting were studied as a randomized complete block design with four replications in the Torbat-e-Jam region in the two cropping years (2020-2021 and 2021-2022). The studied genotypes included F-20739, F-20837, F-21083, SBSI-5, SBSI-15, SVZA 2019-JD389, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, FDIR 19 B 4028, F-20591, SBSI-6, SBSI-16, SBSI-7 and SBSI-17 are the breeding populations obtained from the gene bank of the Sugar Beet Seed Breeding Research Institute. In this research, traits such as root yield, sugar content, sugar yield, white sugar yield, Na, K, N, alkalinity, molasses sugar, white sugar content, and extraction coefficient of sugar were measured. Data were analyzed using SAS 9.1 software. The analysis of variance on test data and comparison to the middle of the Duncan test was performed at the 5% level. Factor analysis was calculated to identify the main factors using MINITAB software. Cluster analysis of the studied genotypes was obtained after standardizing the data by the Ward method and using Euclidean distance criterion with the help of SPSS software.

Results and Discussion

The results of the combined analysis of variance showed that there was a significant difference between different genotypes of sugar beet at the level of 1% probability for all studied traits except for nitrogen content. The mean comparison showed that the SBSI-15 genotype had the highest root yield (60.66 ton.ha). It should be noted that this genotype in terms of yield index traits did not show significantly different from genotypes F-20739, SBSI-15, SVZA 2019-JD389, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, and FDIR 19 B 4028. Also, the F-20739 genotype had the highest amounts of sugar content (19.5%), white sugar content (16.3%) and extraction coefficient of sugar (83.2%) and the lowest amount of potassium (4.24 meq .100 g^{-1} of root weight) and Molasses sugar (2.7%). In addition, the highest sugar yield (10.69 t/ha) and white sugar yield (8.68 t/ha) were in FDIR 19 B 3021 genotype. Investigating the correlation of traits showed the highest

1- Researcher, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2- Associate Professor, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
3- Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Iran
(*- Corresponding Author Email: ahmadi50_masoud@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jcesc.2022.74787.1138

positive and significant correlation was between sugar yield and white sugar yield (0.99**) and the highest negative and significant correlation was between extraction coefficient of sugar and molasses sugar (-0.95**). Principal factor analysis based on the mean of the traits identified three factors that accounted for a total of 91% of the variability between the data. SBSI-15, SVZA 2019-JD0398, SVZA 2019-JD0402, SVZA 2019-JD0400, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, and FDIR 19 B 4028 genotypes are distinguished different from other genotypes and they were as superior genotypes in terms of yield index traits. The dendrogram generated from the cluster analysis for white sugar yield classified genotypes into three main groups.

Conclusion

In general, SVZA 2019-JD0401, FDIR 19 B 3021, and FDIR 19 B 4028 genotypes were introduced as superior genotypes with the highest white sugar yield and suitable for winter sowing in Torbat-e Jam region.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Factor analyze, White sugar yield

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۲۰، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۳۴۸-۳۳۵

انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کشت زمستانه (انتظاری) چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در منطقه تربت‌جام

حسن حمیدی[۱]، مسعود احمدی[۲*]، داریوش طالقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸

چکیده

کشت زمستانه (انتظاری) چغندرقند در مقایسه با کشت بهاره به دلیل استفاده از نزولات جوی و کارایی بیشتر مصرف آب در مناطق نیمه‌خشک از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌منظور ارزیابی عملکرد کمی و کیفی و شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت زمستانه، ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در منطقه تربت‌جام در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای نیتروژن مضره وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد ژنوتیپ SBSI-15 دارای بیشترین عملکرد ریشه (۶۰/۶۶ تن در هکتار) بود. همچنین، بیشترین مقادیر قند ناخالص (۱۹/۵ درصد)، قند خالص (۱۶/۳ درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۳/۲ درصد) و کمترین میزان پتاسیم (۴/۲ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) و قند ملاس (۲/۷ درصد) در ژنوتیپ F-20739 مشاهده شد. علاوه بر این، بیشترین عملکرد قند ناخالص (۱۰/۶۹ تن در هکتار) و عملکرد قند خالص (۸/۶۸ تن در هکتار) در ژنوتیپ FDIR 19 B 3021 وجود داشت. بررسی همبستگی صفات، بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را بین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص ($0/99^{**}$) و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار را بین ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس ($-0/95^{**}$) نشان داد. همچنین، نمودار بای‌پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها بر روی دو عامل اول نشان داد ژنوتیپ‌های SBSI-15، SVZA 2019-JD0398، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر صفات شاخص عملکرد بودند. با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای می‌توان ژنوتیپ‌ها را برای صفت عملکرد قند خالص در سه گروه عمده قرار داد. به طورکلی، ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر دارای بیشترین عملکرد قند خالص و مناسب برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، عملکرد قند خالص، همبستگی

مقدمه

خشکی یکی از عمده‌ترین محدودیت‌ها برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان است. ایران در پهنه اقلیمی خشک و نیمه‌خشک دنیا قرار گرفته و میزان تبخیر آن نسبت به میانگین بارندگی بسیار زیاد است (Ilkaee *et al*., 2016). در شرایط اقلیمی خشک کشور ما تولید محصولاتی چون چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) به دلیل نیاز آبی فراوان در بهار و تابستان به‌ویژه در مناطقی مانند خراسان، اصفهان و کرمان با مشکل کمبود آب روبه‌رو است. در این مناطق، برای افزایش راندمان مصرف آب راهکارهای گوناگونی مطرح شده که یکی از آن‌ها تولید چغندرقند پاییزه و زمستانه می‌باشد. کشت زمستانه چغندرقند قبلاً در استان خوزستان انجام گرفته است، این کشت جزء زراعت‌های جوان منطقه بود که پس از مطالعات سال ۱۳۴۲ مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد و تحقیقات به عمل آمده بعدی به‌عنوان یکی از محصولات اقتصادی و استراتژیک منطقه معرفی گردید (Jahadakbar *et al*., 2013).

چغندرقند یکی از محصولات صنعتی بخش کشاورزی است که نقش مهمی در تأمین قند و شکر مورد نیاز داخل کشور ایفا می‌کند.

۱ و ۲- به‌ترتیب محقق و دانشیار بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: ahmadi50_masoud@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jcesc.2022.74787.1138

علوفه چغندر و ملاس چغندرقند در تغذیه دام کاربرد دارد (Ahmadian *et al*., 2012). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵حدود ۱۴۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به کشت چغندرقند اختصاص داشت. استان‌های خراسان شمالی و رضوی به‌واسطه حضور کارخانه‌های قند و شرایط مساعد برای رشد چغندرقند از مناطق عمده کشت و تولید چغندرقند به‌شمار می‌آیند (Bagheri Shirvan *et al*., 2020). چغندرقند در کنار نیشکر (Saccharum officinarum L.) به‌عنوان یک نهاده واسطه‌ای، در تولید قند و شکر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر زراعی، دو ویژگی عملکرد ریشه و درصد قند در این محصول مورد توجه است (Hosseini *et al*., 2007).

استفاده بهینه از نزولات آسمانی در طول دوره رشد و کارآیی بیشتر مصرف آب در کشت پاییزه چغندرقند شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره آن در ایران است. کشت پاییزه چغندرقند و تأمین بخشی از چغندر مورد نیاز کارخانه‌های قند در مناطقی همچون استان‌های خراسان و مناطق هم اقلیم که با محدودیت منابع آبی مواجه هستند در پایداری تولید چغندرقند اهمیت دارد. کمبود منابع آب آبیاری باعث افت شدید عملکرد محصول چغندرقند می‌شود (Ahmadi *et al*., 2017). کشت پاییزه در بعضی مناطق که زمستان طولانی‌تری دارند (جنوب اسپانیا) و مناطق جدیدی از ایران (گرگان و ایلام) که پیش‌بینی می‌شود برای کشت زمستانه چغندرقند مناسب باشند، مستلزم کاشت رقم‌های مقاوم به ساقه‌روی می‌باشد.

با تنظیم دو عامل تاریخ کاشت و انتخاب رقم مقاوم و حتی تولید بذر در مناطق معتدل می‌توان تا حدودی مانع از ساقه‌روی بوته‌های چغندرقند شد (Taleghani *et al*., 2011). تغییر تاریخ کاشت یکی از راهکارهایی است که کشاورزان برای مقابله با مشکلات پیش روی کشت چغندرقند به‌کار می‌برند. به‌طورکلی تاریخ کاشت از عوامل زراعی مهم بر بهبود رشد و عملکرد چغندرقند به‌شمار می‌رود و مهم‌ترین عامل موثر بر انتخاب رقم چغندرقند محسوب می-شود (Kandil *et al*., 2004).

عوامل مهم محدودکننده کشت چغندرقند پاییزه در منطقه شمال شرق کشور دمای پایین و طولانی در طول فصل زمستان، سرمازدگی، خسارت پرندگان و ساقه‌روی بوته‌های چغندرقند است. خطر ساقه‌روی و گلدهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و فیزیولوژیکی قرار دارد و به نظر می‌رسد می‌توان کشت نشایی زمستانه و کشت زمستانه را با استفاده از ارقام زودرس برای رفع این محدودیت‌ها جایگزین نمود (Ahmadi *et al*., 2021).

چغندرقند گیاهی است که اگر در اولین فرصت ممکن کشت گردد می‌تواند زودتر به سطح برگ مطلوب رسیده و از تشعشع خورشیدی استفاده مؤثر کرده و در نهایت افزایش عملکرد به همراه داشته باشد (Hosseinpour, 2006). بیات و همکاران (Bayat *et al*., 2020) امکان کشت زمستانه چغندرقند را در منطقه فاروج استان خراسان مورد مطالعه قرار دادند. آبیاری در تاریخ‌های کشت زمستانه (دهه آخر آذرماه)، زودهنگام (دهه اول اسفند ماه) و دیرهنگام (خرداد ماه همزمان با کشت چغندرقند بعد از آزاد شدن آب از غلات) شروع شد. نتایج نشان داد که علی‌رغم این‌که تنش سرما در کشت زمستانه درصد استقرار بوته‌ها را کاهش و میزان ساقه‌روی را افزایش می‌دهد، اما در این تاریخ کشت و کشت زودهنگام نسبت به کشت دیرهنگام (بعد از گرفتن آب از غلات)، طول دوره رشد حدود ۸۵ تا ۹۰ روز (حدود ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه روز) و عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال به‌ترتیب ۶۷ و ۳۹ درصد افزایش می‌یابد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در کشت زمستانه و کشت زودهنگام برخی از ارقام دارای تحمل به تنش سرما بوده و از عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل‌استحصال بالاتری برخوردار بودند.

احمدی (Ahmadi, 2012) طی تحقیقی دو ساله به بررسی امکان کشت پاییزهٔ چغندرقند در جنوب استان خراسان رضوی (شهرستان بردسکن) پرداخت. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که بیشترین عملکرد ریشه، معادل ۴۸ تن در هکتار، مربوط به تاریخ کاشت اول مهر و تاریخ برداشت پانزده خرداد سال بعد است. در بین ارقام مورد بررسی، بیشترین عملکرد ریشه برای رقم گیادا با ۵۱/۲ تن در هکتار و ۱/۰۳ درصد ساقه‌روی گزارش شده است. صادق زاده و همکاران (Sadeghzadeh *et al*., 2012) اثر تاریخ کاشت و برداشت بر عملکرد و کیفیت ارقام کشت پاییزه چغندرقند در منطقه جیرفت را بررسی و گزارش کرده‌اند که اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید معنی‌دار است، به طوری که تأخیر در کشت عملکرد ریشه را کاهش داد.

صادقی‌شعاع و همکاران (Sadeghi-Shoae *et al*., 2017) در پژوهشی به بررسی امکان‌سنجی کاشت پاییزه رقم‌های چغندرقند در منطقه مغان در تاریخ ۱۳۹۰/۸/۱پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که رقم HI۱۰۵۹ در کاشت زمستانه دارای ۱۸/۱۸ درصد شکر بود در حالی‌که میانگین شکر در کلیه ارقام مورد بررسی ۱۵/۴۵ درصد بود. یکی از اهداف اصلی پژوهش پییفر و همکاران (Pfeiffer *et al*., 2014) تجزیه و تحلیل ژنتیکی ساقه‌روی چغندرقند بعد از زمستان بود. نتایج نشان داد تأخیر در ساقه‌روی با تجمع ژن مقاومت در برابر ساقه‌روی ارتباط دارد و از این طریق می‌توان میزان ساقه‌روی را پس از زمستان کنترل کرد. در مطالعه‌ای لوئل و هافمن (Loel and Hoffmann, 2014) بر روی شرایط آب و هوایی و اهمیت مرحله رشد برای سرسختی زمستانه چغندرقند پاییزه به‌صورت کشت میدانی و گلخانه‌ای پژوهش کردند. هدف از پژوهش تعیین کمترین دما و بررسی سختی زمستانه برای توصیف مرحله بهینه رشد چغندرقند بود که می‌توانستند زنده بمانند. نتیجه‌ی این پژوهش نشان داد با اطلاع از زمان گرمای لازم برای رسیدن به حداکثر سختی زمستان می‌توان

برای بهینه‌سازی تاریخ کاشت چغندرهای پاییزه در محیط‌های مختلف اقدام نمود. رینزدرف و همکاران (Reinsdorf *et al.*, 2013) در مطالعه تفاوت‌های مربوط به فنوتیپ در تحمل به سرمازدگی چغندرقند در زمستان معتقدند خواص فنوتیپی گیاه مانند اندازه ریشه‌های اصلی قبل از زمستان تأثیر بسیار خوبی در موفقیت زمستانی دارد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تحمل یخبندان عمدتاً به شرایط زمستان بستگی دارد و حداقل دمای هوا و وجود پوشش برفی یا کاه محافظ در طی دوره‌های یخبندان بسیار مهم است. در مطالعه استیفان و همکاران (Stephan *et al*., 2020) با موضوع پتانسیل عملکرد چغندرقند زمستانه بدون ساقه‌روی در آلمان، از یک مدل پویا برای مقایسه رشد و پتانسیل عملکرد بذر چغندرهای زمستانه، در پنج مکان انتخاب شده در آلمان استفاده شد. نتایج نشان داد که چغندرهای زمستانه در حال رشد ممکن است باعث افزایش عملکرد چغندر شوند، اما افزایش تقاضای آب و خطر از بین رفتن توسط یخبندان باید در نظر گرفته شود. هدف از مطالعه کورکیک و همکاران (Curcic *et al*., 2018) بررسی ارتباط بین تاریخ کاشت و رقم‌های چغندرقند در تاریخ‌های مختلف برداشت برای هیبریدهای خاص به‌منظور دستیابی به بهترین عملکرد و ارزیابی تأثیر عوامل آب و هوایی بر عملکرد چغندرقند بود. نتایج مطالعه نشان داد که به تأخیر انداختن تاریخ برداشت، اختلاف بین عملکرد قند حاصل از هیبریدهای کاشته شده در تاریخ‌های مختلف کاشت را کاهش می‌دهد. عوامل عمده در این مطالعه که بر عملکرد قند مؤثر بودند درجه روز، میزان خلوص و تعداد روز از کاشت تا برداشت بود.

در سال‌های اخیر کشت پاییزه چغندرقند به دلیل استفاده از بارش‌های زمستانه و عدم برخورد دوره رشد محصول با گرمای تابستانه گسترش زیادی داشته است. ولی احتمال ساقه‌روی در ارقام مانع از موفقیت این نوع کشت در مناطق گرم و به‌ویژه منطقه تربت جام شده است. لذا، در این آزمایش امکان کشت زمستانه (انتظاری) ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند مورد بررسی قرار گرفته تا از این طریق، ضمن استفاده از نزولات جوی و یا رطوبت موجود در خاک و همچنین مزایای کشت پاییزه، خطر ساقه‌روی ژنوتیپ‌ها نیز کاهش یابد. علاوه بر این، مناسب‌ترین ژنوتیپ برای منطقه تربت‌جام شناسایی و جهت کشت زمستانه در این منطقه توصیه گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند به کشت انتظاری (زمستانه) در منطقه تربت‌جام طی دو سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۹۸) و (۱۴۰۰-۱۳۹۹) انجام شد. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با استفاده از ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند در مزرعه کارخانه قند تربت‌جام با طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۴۳ دقیقه و ۷۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و ۵۸ ثانیه شمالی و ارتفاع ۹۲۸ متر از سطح دریا اجرا گردید. میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه تربت‌جام در دو سال مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل شش ژنوتیپ داخلی (SBSI-5، SBSI-15، SBSI-6، SBSI-16، SBSI-7 و SBSI-17)، چهار ژنوتیپ خارجی (F-20739، F-20837، F-21083 و F-20591) و شش ژنوتیپ زدورس خارجی (SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021، FDIR 19 B 4028) بودند که این جمعیت‌های اصلاحی از بانک ژن مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تهیه شده بودند. ابتدا در شهریور ماه نسبت به آماده‌سازی زمین مورد نظر اقدام گردید. سپس کشت در اواسط دی ماه انجام شد و بلافاصله آبیاری برای سبز شدن مناسب بذور انجام شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که منطقه تربت‌جام از مناطق گرم استان خراسان رضوی محسوب می‌شود و از طرفی حداقل درجه حرارت برای جوانه‌زدن چغندرقند ۳ درجه سانتی‌گراد است (Durr and Boiffin, 1995)، لذا به محض آماده شدن شرایط آب و هوایی، بذور چغندرقند جوانه زده و بوته‌های آن استقرار می‌یابد. پس از آماده‌سازی زمین بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲)، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۸۰ کیلوگرم اوره (یک سوم اوره توصیه شده) قبل از کاشت به‌طور یکنواخت در زمین پخش و سپس دیسک زده شد. عملیات آبیاری با روش قطره‌ای انجام شد. نوبت اول آبیاری بلافاصله پس از کشت به‌منظور ایجاد شرایط مساوی در جوانه‌زنی و درصد سبز مزرعه اجرا شد. با توجه به سردی هوا و بارش‌های زمستانی و بر اساس مقدار رطوبت خاک، نیازی به آبیاری در فصل زمستان نبود. از نیمهٔ اسفند به بعد، آبیاری بر اساس تأمین کسری رطوبت خاک تا نقطهٔ ظرفیت زراعی با دور آبیاری ۷ روز انجام شد. عملیات تنک در مرحله چهار تا شش برگی حقیقی توسط کارگر انجام گرفت. کنترل شیمیایی آفات و بیماری‌ها (بر اساس بازدیدهای منظم) و وجین دستی علف‌های هرز انجام شد.

هر کرت آزمایشی شامل سه خط کاشت به طول هفت متر بود که در زمان برداشت (اوایل تیرماه)، ریشه‌های چغندرقند از زمین خارج، سرزنی و پس از شمارش، شستشو و توزین، جهت تهیه خمیر ریشه، به مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی ارسال گردید. نمونه‌های خمیر پس از نگهداری در فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد)، برای انجام تجزیه کیفی به آزمایشگاه تکنولوژی قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند ارسال شد.

جدول ۱- میانگین ماهانه برخی پارامترهای اقلیمی ایستگاه تربت‌جام در دو سال مورد مطالعه (۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹)

Table 1- Monthly average of some climatic parameters of Torbat-e-Jam station in the two years studied (2020-2021 and 2021-2022)

ماه Month	متوسط حداقل دما Averagae of minimum tempareature (°C)		متوسط حداکثر دما Averagae of maximum tempareature (°C)		بارندگی Precipitation (mm)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
دی January	-2.8	-4.2	8.6	9.6	56	11.3
بهمن February	-1	-1.1	11	17.4	10.3	1.6
اسفند March	2.3	1.6	17.2	15.2	5.2	21.8
فروردین April	6.4	8.6	16.5	24.7	100	3.5
اردیبهشت May	12.7	14.3	27	29.5	25.8	15.4
خرداد June	17.5	20.2	35.5	36.5	0	0
تیر July	21	22.1	35.6	37.2	0	0

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of experimental field

عمق خاک Soil depth	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	pH	نیتروژن کل N.tot (%)	پتاسیم قابل جذب K.ava ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب P.ava ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی OC (%)
0-30	Loam	1.77	8.1	0.05	201	15.5	0.55

میـزان عیارقنـد (درصـد قنـد ناخـالص) بـه روش پـولاریمتری، ناخالصی‌ها شامل سدیم و پتاسـیم ریشـه بـه روش فلـیم فتـومتری و نیتروژن مضره به روش رنگ‌سنجی معروف به روش عدد آبی انـدازه-گیری شدند (Abdollahian Noghabi *et al.*, 2005). با اسـتفاده از داده‌های به‌دسـت آمـده صـفات درصـد قنـد مـلاس (MS)، ضـریب استحصال شکر (ECS)، درصـد قنـد خـالص (WSC)، عملکـرد قنـد خالص (WSY) و ضریب قلیائیت (Alc) طبق رابطه‌هـای (۱) تـا (۵) محاسـبه شـدند کـه در آن‌هـا RY عملکـرد ریشـه، SC درصـد قنـد ناخـالص، K پتاسـیم، Na سـدیم و N- نیتـروژن مضـره مـی‌باشـد (Tazikeh *et al.*, 2021).

$$MS= 0.0343(K+Na) + 0.094(\alpha- amino\text{-}N) – 0.31 \quad (۱)$$

$$ECS= (WSC/SC) \times 100 \quad (۲)$$

$$WSC= SC - (MS+0.6) \quad (۳)$$

$$WSY = WSC \times RY \quad (۴)$$

$$ALC= (K+Na) / \text{-}N \quad (۵)$$

داده‌هـای آزمایشـی پـس از تسـت یکنـواختی واریـانس (آزمـون بارتلت) با فرض تصادفی بودن تأثیر سال با استفاده از نرم‌افـزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و نسـبت بـه تجزیـه‌ی مرکب داده‌های دو سال اقدام گردید. مقایسـه میـانگین صـفات مـورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصـد انجـام شد. با استفاده از ضرایب همبستگی بین صفات روابط آن‌ها با یکدیگر مقایسه شد. تجزیه به عامل‌ها به‌منظور شناسایی عامل‌های اصلی و با اسـتفاده از نـرم‌افـزار MINITAB محاسـبه شـد. تجزیـه خوشـه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی پـس از اسـتاندارد کـردن داده‌هـا بـه روش Ward و با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی با کمک نرم‌افـزار SPSS به‌دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که امکان کشت زمسـتانه (انتظـاری) ژنوتیپ‌های مورد مطالعه چغندرقند در منطقه تربت‌جام وجود دارد، بـه طوری‌که، در این نوع کشت ضمن استفاده از مزایـای کشـت پـاییزه، پدیده نامطلوب ساقه‌روی در هـیچ‌یـک از ژنوتیـپ‌هـا مشـاهده نشـد. بررسی تجزیه واریانس مرکب نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مـورد بررسی چغندرقند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلیه صفات به‌استثنای نیتروژن مضره وجود داشت (جدول ۳). تفـاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده وجود تنوع بین آن‌ها می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشـترین (۶۰/۰۶ تـن در هکتار) و کمترین (۴۱/۲۳ تن در هکتار) عملکرد ریشه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-15 و SBSI-16 وجود داشـت. ژنوتیـپ‌هـای F-20739 و SBSI-6 بـه‌ترتیـب دارای بیشـترین (۱۹/۵۳ درصـد) و کمترین (۱۵/۷۷ درصد) درصد قند ناخالص بودنـد. بیشـترین (۱۰/۶۹

تن در هکتار) و کمترین (۶/۵۹ تن در هکتار) عملکرد قند ناخالص به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های FDIR 19 B 3021 و SBSI-16 مشاهده شد. ژنوتیپ‌های FDIR 19 B 3021 و SBSI-16 به‌ترتیب دارای بیشترین (۸/۶۸ تن در هکتار) و کمترین (۴/۹۴ تن در هکتار) عملکرد قند خالص بودند. بیشترین (۶/۳۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) و کمترین (۳/۳۹ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) میزان سدیم به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-17 و FDIR 19 B 4028 مشاهده شد. بیشترین (۵/۳۷ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) و کمترین (۴/۲۴ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) میزان پتاسیم به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های SBSI-5 و F-20739 وجود داشت. ژنوتیپ‌های ۱۵ SBSI-7 و SVZA 2019-JD0401 به‌ترتیب دارای بیشترین (۲/۱۱ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) و کمترین (۱/۶۱ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم وزن ریشه) نیتروژن مضره بودند. بیشترین (۱۳/۲۲) و کمترین (۷/۹۹) ضریب قلیائیت به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های F-20591 و SVZA 2019-JD0400 وجود داشت. ژنوتیپ‌های F-20739 و SBSI-16 به‌ترتیب دارای بیشترین (۱۶/۲۶ درصد) و کمترین (۱۱/۸۹ درصد) درصد قند ناخالص بودند. ژنوتیپ‌های F-20739 و SBSI-17 به‌ترتیب دارای بیشترین (۸۳/۲۱ درصد) و کمترین (۷۲/۷۸ درصد) ضریب استحصال شکر بودند. بیشترین (۳/۸۹ درصد) و کمترین (۲/۶۷ درصد) درصد قند ملاس در ژنوتیپ‌های SBSI-17 و F-20739 مشاهده شد (جدول ۴).

در این پژوهش، ژنوتیپ SBSI-15 دارای بیشترین عملکرد ریشه بود، به طوری‌که از نظر این صفت با ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021، FDIR 19 B 4028 و SBSI-6 تفاوت معنی‌داری نداشت و به عبارتی ژنوتیپ‌های مزبور دارای عملکرد ریشه بیشتر از میانگین (۵۳/۶۷ تن در هکتار) بودند. ژنوتیپ F-20739 دارای بیشترین مقادیر از نظر صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر و کمترین میزان پتاسیم و درصد قند ملاس بود (جدول ۴).

بیشترین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص در ژنوتیپ FDIR 19 B 3021 مشاهده شد که حاکی از برتری این ژنوتیپ در بین کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و مناسب بودن آن برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشد. علاوه بر این، لازم به ذکر است که ژنوتیپ مزبور از نظر صفات شاخص عملکرد تفاوت معنی داری با ژنوتیپ‌های F-20739، SBSI-15، SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401 و FDIR 19 B 4028 نشان نداد (جدول ۴).

ژنوتیپ SBSI-17 دارای بیشترین میزان سدیم و درصد قند ملاس و کمترین ضریب استحصال شکر بود. کمترین عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص و درصد قند خالص در ژنوتیپ SBSI-16 وجود داشت که نشان‌دهنده عملکرد ضعیف و نامناسب بودن این ژنوتیپ برای کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشد (جدول ۴).

ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های چغندرقند در جدول ۵ نشان داده شده است. بالاترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص به میزان $0/99^{**}$ مشاهده شد. بین ضریب استحصال شکر و درصد قند ملاس نیز بیشترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار ($-0/95^{**}$) وجود داشت. بین عملکرد قند خالص با سایر صفات مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری مشاهده گردید به طوری‌که همبستگی صفت مزبور با صفات عملکرد ریشه ($0/84^{**}$)، درصد قند ناخالص ($0/63^{**}$)، درصد قند خالص ($0/75^{**}$) و ضریب استحصال شکر ($0/89^{**}$) مثبت و معنی‌دار و با صفات سدیم ($-0/88^{**}$)، پتاسیم ($-0/50^{*}$)، نیتروژن مضره ($-0/53^{*}$)، ضریب قلیائیت ($-0/57^{*}$) و درصد قند ملاس ($-0/89^{**}$) منفی و معنی‌دار بود. به عبارتی عملکرد قند خالص با افزایش ضریب قلیائیت، نیتروژن مضره، پتاسیم، سدیم و درصد قند ملاس کاهش پیدا کرد (جدول ۵). عملکرد قند خالص به‌عنوان یکی از صفات مهم در این پژوهش برای انتخاب ژنوتیپ‌ها می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد قند خالص و صفات عملکرد ریشه و عملکرد قند ناخالص توسط عبدالهیان نوقابی و همکاران (Abdollahian Noghabi *et al.*, 2011) نیز گزارش شده است. غفاری و همکاران (Ghafari *et al.*, 2016) در بررسی روابط بین صفات در لاین‌های چغندرقند بین عملکرد ریشه با صفت عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات میزان نیتروژن مضره و پتاسیم ریشه همبستگی منفی و معنی‌داری را گزارش کردند. عروج نیا و همکاران (Oroojnia *et al.*, 2012) با بررسی اثر تنش خشکی بر روی ارقام مختلف چغندرقند نشان دادند که عملکرد قند خالص همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفاتی از قبیل درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر داشت، درحالی‌که بین عملکرد قند خالص و میزان سدیم همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد.

تجزیه به عامل‌های اصلی بر اساس میانگین صفات، سه عامل را مشخص کرد که مجموعاً ۹۱ درصد از تنوع موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۶). عامل اول ۴۲/۶ درصد از تغییرات را توجیه کرد و دارای بزرگ‌ترین ضریب‌های عاملی بر روی صفاتی نظیر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص، عملکرد قند خالص با ضریب عاملی مثبت و صفات سدیم و قند ملاس با ضریب عاملی منفی بود.

جدول ۳- نتایج تجزیه مرکب (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند در کشت زمستانه

Table 3- Combined analysis (mean squares) of quantitative and qualitative traits of sugar beet different genotypes in winter planting

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	عملکرد ریشه Root yield	درصد قند Sugar content	عملکرد قند ناخالص Sugar yield	عملکرد قند خالص White sugar yield	سدیم Na	پتاسیم K	نیتروژن مضره N	ضریب قلیائیت Alkalinity	درصد قند خالص White sugar content	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	درصد قند ملاس Molasses sugar
سال Year	1	727.14**	24.67**	2.86ns	6.23**	2.46ns	150.7**	188.18**	7086.75**	2.27ns	189.86**	11.98**
(سال) تکرار Rep. (year)	3	9.49	8.36	0.97	2.27	6.46	0.76	0.86	2.77	14.19	87.62	0.89
ژنوتیپ Genotype	15	331.80**	8.92**	13.60**	12.11**	5.67**	0.52**	0.22ns	21.74**	13.56**	78.66**	0.95**
ژنوتیپ * سال Genotype *Year	15	241.32**	1.33ns	6.54**	4.00**	1.04ns	0.49**	0.24ns	19.99**	1.64ns	9.28ns	0.15ns
خطای آزمایش Error	90	17.73	2.11	0.89	0.91	1.22	0.20	0.28	9.16	2.83	15.73	0.20
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.8	8.3	10.1	12.9	25.6	8.8	28.4	29.6	12.2	5.0	14.5

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

** and ns significant at 1% and no significant differences

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند در کشت زمستانه

Table 4- The mean comparison of quantitative and qualitative traits of sugar beet different genotypes in winter planting

ژنوتیپ Genotypes	عملکرد ریشه Root yield ($ton.ha^{-1}$)	درصد قند ناخالص Sugar content (%)	عملکرد قند ناخالص Sugar yield (ton.ha-1)	عملکرد قند خالص White sugar yield ($ton.ha^{-1}$)	سدیم Na(Meq/ 100 g)	پتاسیمK (Meq.100 g^{-1})	نیتروژن مضره N (Meq.100 g^{-1})	ضریب قلیائیت Alkalinity	درصد قند خالص White sugar content (%)	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar (%)	درصد قند ملاس Molasses Sugar (%)
F-20739	50.83^{de}	19.53^{a}	9.94^{abc}	8.28^{ab}	3.69^{def}	4.42^{d}	2.10^{a}	7.78^{g}	16.26^{a}	83.21^{a}	2.67^{e}
F-20837	49.15^{ef}	17.81^{bcd}	8.67^{cde}	6.83^{abcd}	4.89^{bcd}	4.75^{bcd}	1.90^{a}	11.44^{abc}	14.03^{bcd}	78.56^{abcd}	3.18^{bcde}
F-21083	52.38^{cde}	18.54^{ab}	9.71^{abc}	7.92^{abc}	3.62^{def}	5.06^{abc}	1.63^{a}	10.10^{bcdefg}	15.13^{ab}	81.57^{ab}	2.82^{de}
SBSI-5	55.74^{bcd}	16.22^{def}	9.05^{bcd}	6.77^{abcd}	5.18^{bc}	5.37^{a}	2.03^{a}	9.12^{cdefg}	12.12^{de}	74.50^{de}	3.50^{abc}
SBSI-15	60.66^{a}	17.32^{bcdef}	10.48^{ab}	8.35^{ab}	3.98^{cdef}	5.06^{abc}	1.74^{a}	8.74^{efg}	13.77^{bcde}	79.45^{abc}	2.95^{de}
SVZA 2019-JD389	59.67^{ab}	17.26^{bcdef}	10.30^{ab}	8.22^{ab}	3.68^{def}	5.13^{abc}	1.70^{a}	8.28^{fg}	13.79^{bcde}	79.81^{abc}	2.87^{de}
SVZA 2019-JD0402	60.06^{ab}	17.54^{bcde}	10.48^{ab}	8.26^{ab}	4.41^{bcdef}	4.98^{abc}	1.68^{a}	12.17^{ab}	13.87^{bcde}	78.70^{abcd}	3.07^{bcde}
SVZA 2019-JD0400	58.43^{ab}	17.43^{bcdef}	10.13^{abc}	8.09^{abc}	3.86^{def}	4.96^{abc}	1.89^{a}	7.99^{fg}	13.94^{bcd}	79.83^{abc}	2.89^{de}
SVZA 2019-JD0401	59.61^{ab}	17.73^{bcde}	10.58^{a}	8.61^{a}	3.59^{def}	4.73^{cd}	1.61^{a}	11.05^{abcde}	14.44^{ab}	81.26^{ab}	2.69^{e}
FDIR 19 B 3021	57.05^{abc}	18.74^{ab}	10.69^{a}	8.68^{a}	3.53^{ef}	5.24^{abc}	1.95^{a}	8.83^{defg}	15.26^{ab}	81.41^{ab}	2.88^{de}
FDIR 19 B 4028	58.50^{ab}	18.06^{abc}	10.57^{a}	8.65^{a}	3.39^{f}	4.94^{abc}	1.75^{a}	$9.97^{bcdef}g$	14.75^{ab}	81.57^{ab}	2.71^{e}
F-20591	44.50^{fg}	18.01^{abc}	$8.04d^{ef}$	6.35^{bcd}	4.67^{bcdef}	5.26^{ab}	1.75^{a}	13.22^{a}	14.16^{bc}	78.33^{bcd}	3.26^{bcde}
SBSI-6	57.95^{ab}	15.77^{f}	9.10^{bcd}	7.03^{abcd}	3.95^{cdef}	5.27^{ab}	1.79^{a}	10.31^{bcdef}	12.15^{de}	76.96^{acde}	3.02^{cde}
SBSI-16	41.23^{g}	16.03^{ef}	6.59^{f}	4.94^{d}	5.46^{ab}	5.23^{abc}	2.03^{a}	11.66^{ab}	11.89^{e}	73.24^{e}	3.55^{ab}
SBSI-7	48.56^{ef}	16.12^{def}	7.84^{def}	5.97^{cd}	4.74^{bcde}	5.14^{abc}	2.11^{a}	11.82^{ab}	12.24^{cde}	75.82^{cde}	3.28^{bcd}
SBSI-17	44.39^{fg}	16.74^{cdef}	7.36^{ef}	5.37^{d}	6.36^{a}	5.33^{a}	1.99^{a}	11.23^{abcd}	12.25^{cde}	72.78^{e}	3.89^{a}
Mean میانگین	53.67	17.43	9.35	7.39	4.31	5.05	1.85	10.23	13.75	78.56	3.08

در هر ستون اعداد با حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند.

In each column, numbers with the different alphabet, according to Duncan, have significant difference at the 5% level

در عامل دوم صفات درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و ضریب استحصال شکر با ضریب عاملی مثبت و صفت پتاسیم با ضریب عاملی منفی بودند که این عامل ۳۸/۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد. در عامل سوم صفت نیتروژن مضره با ضریب عاملی مثبت و صفت ضریب قلیائیت با ضریب عاملی منفی بود و ۱۰/۲ درصد تغییرات را توجیه کرد (جدول ۶).

میزان اشتراک، بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود که هرچه بیشتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (Jackson, 1991). همان طوری‌که، در جدول ۶ ملاحظه می‌شود میزان اشتراک اکثر صفات بالاست. این امر نشان می‌دهد که تعداد عامل مورد انتخاب مناسب بوده و عامل‌های منتخب توانسته‌اند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. به هر صورت با توجه به عامل اشتراک، صفت ضریب استحصال شکر دارای بیشترین دقت برآورد بود. به طور کلی، روش تجزیه به عامل‌ها الگویی از ساختار داخلی ماتریس کوواریانس (همبستگی) بین صفات را ارائه می‌دهد. با استفاده از این روش می‌توان تعداد زیاد متغیرهای تحت بررسی را به تعداد محدودی عامل پنهانی تبدیل نمود (Harman, 1976). لذا عامل‌های اول، دوم و سوم به‌ترتیب به‌عنوان عامل عملکرد، عامل قند ریشه و عامل خصوصیات کیفی ریشه چغندرقند شناسایی شدند.

نمودار بای پلات حاصل از چرخش واریمکس نیز با استفاده از دو عامل اول ارتباط بین صفات مورد مطالعه را به وضوح نشان داد (شکل ۱). همچنین، با استفاده از نمودار بای پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها با استفاده از دو مؤلفه اول مشخص شد ژنوتیپ‌های SBSI-15، SVZA 2019-JD0398، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز و به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد ریشه، عملکرد قند ناخالص و عملکرد قند خالص می‌باشند.

تجزیه خوشه‌ای به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند بر اساس عملکرد قند خالص انجام شد. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ۱۶ ژنوتیپ چغندرقند مورد مطالعه به سه گروه مجزا از هم تفکیک شدند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های گروه اول که دارای بالاترین عملکرد قند خالص بودند شامل ژنوتیپ‌های F-20739، F-21083، SBSI-15، SVZA 2019-JD0389، FDIR 19 B 3021، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 4028 و SVZA 2019-JD0402 می‌باشند. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های F-20837، SBSI-5، SBSI-6، SBSI-7 و F-20591 هستند که دارای مقادیر متوسطی از نظر میزان عملکرد قند خالص می‌باشند. ژنوتیپ‌های SBSI-16 و SBSI-17 در گروه سوم قرار گرفتند و دارای کمترین میزان عملکرد قند خالص بودند که نشان‌دهنده تمایز بسیار زیاد این دو ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس عملکرد قند خالص می‌باشد (شکل ۲). به‌طور کلی ژنوتیپ‌های گروه اول را برای کشت زمستانه چغندرقند در مناطق گرم استان خراسان رضوی و به‌ویژه منطقه تربت‌جام می‌توان توصیه نمود.

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند

Table 5- Correlation among studied traits in the different genotypes of sugar beet

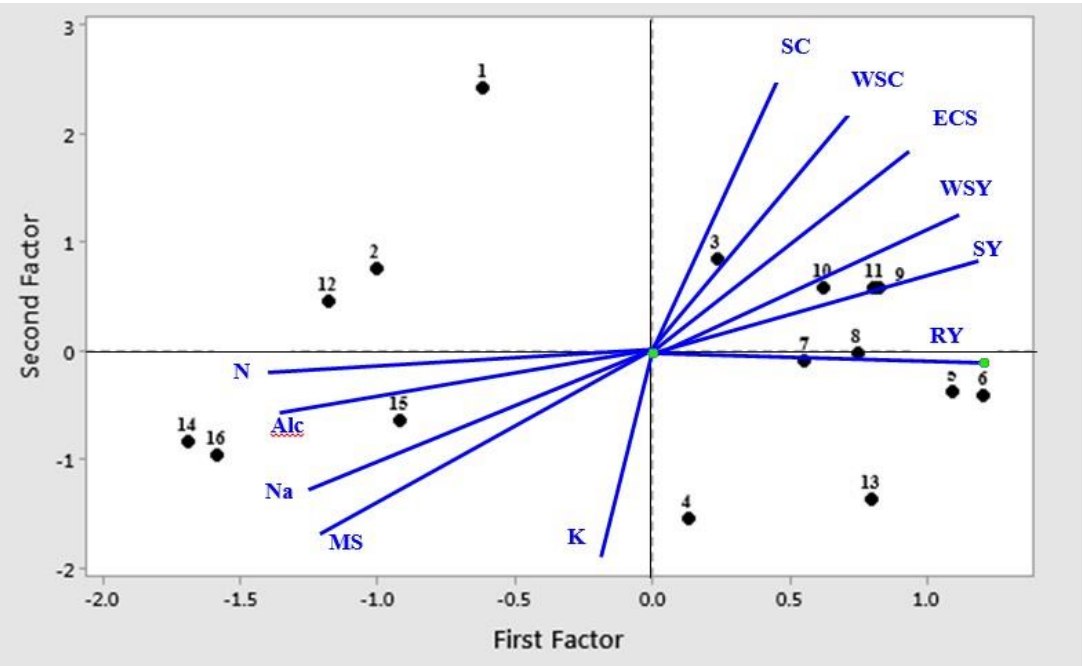
صفات	۱- عملکرد ریشه Root yield	۲-درصد قند ناخالص Sugar content	۳-عملکرد قند ناخالص Sugar yield	٤-عملکرد قند خالص White sugar yield	٥- سدیم Na	٦- پتاسیم K	۷- نیتروژن مضره N	۸-ضریب قلیاییت Alkalinity	۹-درصد قند خالص White sugar content	۱۰- ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	۱۱-درصد قند ملاس Molasses Sugar
1	1.00										
2	0.14^{ns}	1.00									
3	0.90^{**}	0.54^{*}	1.00								
4	0.84^{**}	0.63^{**}	0.99^{**}	1.00							
5	-0.71^{**}	-0.55^{*}	-0.84^{**}	-0.88^{**}	1.00						
6	-0.19^{ns}	-0.63^{**}	-0.42^{ns}	-0.50^{*}	0.45^{ns}	1.00					
7	-0.53^{*}	-0.21^{ns}	-0.53^{*}	-0.53^{*}	0.49^{*}	0.07^{ns}	1.00				
8	-0.53^{*}	-0.29^{ns}	-0.57^{*}	-0.57^{*}	0.50^{*}	0.24^{ns}	-0.12^{ns}	1.00			
9	0.29^{ns}	0.98^{**}	$0.66*^{*}$	$0.75*^{*}$	-0.71^{**}	-0.68^{**}	-0.29^{ns}	-0.36^{ns}	1.00		
10	0.54^{*}	0.84^{**}	0.82^{**}	0.89^{**}	-0.90^{**}	-0.68^{**}	-0.44^{ns}	-0.44^{ns}	0.93^{**}	1.00	
11	-0.66^{**}	-0.63^{**}	-0.84^{**}	-0.89^{**}	0.97^{**}	0.63^{**}	0.48^{*}	0.48^{ns}	-0.78^{**}	-0.95^{**}	1.00

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار   *, ** and ns significant at 5%, 1% and no significant differences

جدول ٦- نتایج تجزیه به عامل‌های صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند در کشت زمستانه

Table 6- Results of factor analysis of studied traits for different genotypes of sugar beet in winter planting

متغیرVariable	عامل یک Factor 1	عامل دو Factor 2	عامل سه Factor 3	میزان اشتراک Communality
عملکرد ریشه Root yield	0.973	0.004	0.038	0.948
درصد قند ناخالص Sugar content	0.152	0.934	0.002	0.895
عملکرد قند ناخالص Sugar yield	0.888	0.404	0.036	0.953
عملکرد قند خالص White sugar yield	0.844	0.513	0.022	0.976
سدیم Na	-0.776	-0.521	0.021	0.874
پتاسیم K	-0.107	-0.810	-0.107	0.679
نیتروژن مضره N	-0.609	-0.104	0.732	0.918
ضریب قلیاییت Alkalinity	-0.558	-0.186	-0.753	0.913
درصد قند خالص White sugar content	0.310	0.929	-0.005	0.959
ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar	0.574	0.809	-0.033	0.985
درصد قند ملاس Molasses sugar	-0.704	-0.645	0.025	0.912
مقدار ویژه Eigenvalue	7.26	1.64	1.11	
درصد واریانس Percent of variance	42.6	38.2	10.2	
درصد تجمعی Cumulative percentage	42.6	80.8	91.0	



عملکرد ریشه (RY)، درصد قند ناخالص (SC)، عملکرد قند ناخالص (SY)، عملکرد قند خالص (WSY)، سدیم (Na)، پتاسیم (K)، نیتروژن مضره (N)، ضریب قلیائیت (Alc)، درصد قند خالص (WSC)، ضریب استحصال شکر (ECS)، درصد قند ملاس (MS)

Root yield (RY), Sugar content (SC), Sugar yield (SY), White sugar yield (WSY), Na^+ (Na), K^+ (K), α-N (N), Alkalinity (Alc), White sugar content (WSC), Extraction coefficient of sugar (ESC), Molasses sugar (MS)

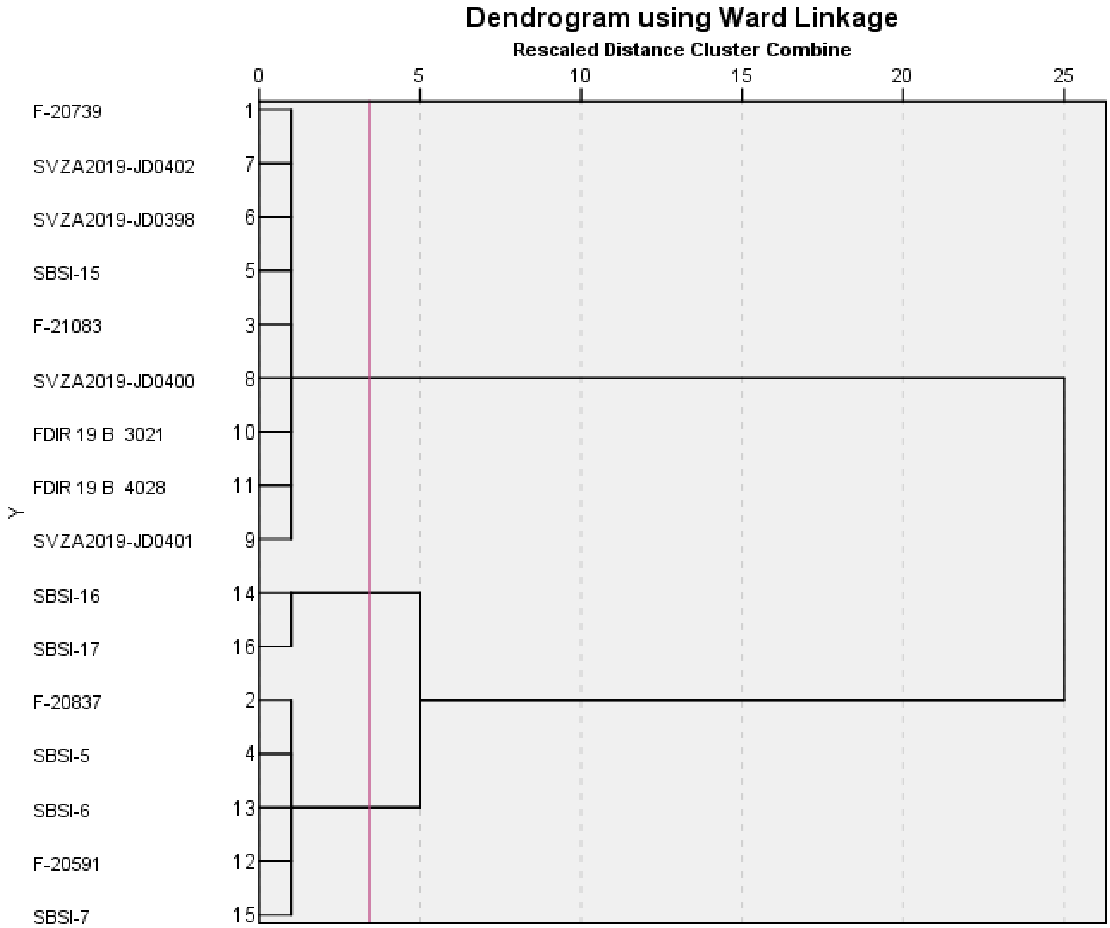
F-20739 (1), F-20837 (2), F-21083(3), SBSI-5(4), SBSI-15(5), SVZA 2019-JD389 (6), SVZA 2019-JD0402(7), SVZA 2019-JD0400 (8), SVZA 2019-JD0401 (9), FDIR 19 B 3021 (10), FDIR 19 B 4028 (11), F-20591 (12), SBSI-6 (14), SBSI-16 (15), SBSI-7 (15), SBSI-17 (16)

شکل ۱- بای پلات صفات مورد مطالعه و پراکنش ژنوتیپ‌های چغندرقند با استفاده از دو عامل اصلی حاصل از چرخش واریمکس

Figure 1- Biplot of studied traits and evaluated sugar beet genotypes distribution using two first component of rotated varimax

حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*, 2018) با ارزیابی هیبریدهای تست کراس چغندرقند در شرایط تنش رطوبتی مزرعه نشان دادند که با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها برای صفت عملکرد قند ناخالص در سه گروه عمده قرار

گرفت. رجبی و همکاران (Rajabi *et al.*, 2002) در تجزیه کلاستر نشان دادند که تعدادی از ژنوتیپ‌ها از حیث صفات مؤثر در عملکرد ریشه، مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند و از لحاظ درصد قند ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم از مقایر بالاتری برخوردار بودند.



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد بررسی با استفاده از روش Ward

Figure 2- Cluster analysis for evaluated sugar beet genotypes using Ward's method

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات به استثنای نیتروژن مضره در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی چغندرقند در کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام مشاهده شد. با استفاده از روش‌های مختلف آماری از جمله تجزیه واریانس مرکب، مقایسه میانگین، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های برتر چغندرقند در این مطالعه شناسایی شدند. با استفاده از مقایسه میانگین، ژنوتیپ‌های F-20739، SBSI-15، SVZA 2019-JD389، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند. در تجزیه به عامل‌ها و بای پلات با توجه به همبستگی بالای عملکرد قند خالص با عامل اول، ژنوتیپ‌های با عملکرد قند خالص بالاتر از جمله ژنوتیپ‌های SBSI-15، SVZA 2019-JD0398، SVZA 2019-JD0402، SVZA 2019-JD0400، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 در انتخاب با استفاده از این روش مشاهده شد. با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بر مبنای عملکرد قند خالص، ژنوتیپ‌های F-20739، F-21083، SBSI-15، SVZA 2019-JD0389، SVZA 2019-JD0400، FDIR 19 B 3021، SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 4028 و SVZA 2019-JD0402 به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. بنابراین، با در نظر گرفتن نتایج حاصل از روش‌های مختلف، ژنوتیپ‌های SVZA 2019-JD0401، FDIR 19 B 3021 و FDIR 19 B 4028 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر به‌خصوص از نظر عملکرد قند خالص شناخته شدند که دارای سازگاری بالا به کشت زمستانه در منطقه تربت‌جام می‌باشند.

References

1. Abdolahian Noghabi, M., Radaei Alamoli, Z., Akbari, G., and Sadat Nouri, S. A. 2011. Effect of sever water stress on the morphologic, quantitative and qualitative characteristics of 20 sugar beet genotype. Iranian Journal of Field Crop Science 42 (3): 453-646. (in Persian).
2. Abdollahian Noghabi, M., Sheikholeslami, R., and Babaei, B. 2005. Terms and definitions of technological quantity and quality of sugar beet. Sugar Beet Journal 21: 101-104. (in Persian)
3. Ahmadi, M., Rezaei, J., Hamidi, H., Teleghani, D., Yosefabadi, V., and Soltani J. 2021. Autumn sugar beet transplanting in February and winter cultivation in Khorasan Razavi province. Sugar Beet Seed Institute. (60181). (in Persian).
4. Ahmadi, M., Taleghani, D., and Shahbazi, H. A. 2017. Investigating the feasibility of growing autumn-sown sugar beet in southern part of khorasan razavi province. Sugar Beet Journal 33 (1):46-33. (in Persian). https://doi.org/10.22092/jsb.2017.103535.1109
5. Ahmadi, M. 2012. Assessing the possibility of autumn sugar beet cropping in the south of Khorasan-e-Razavi province. Final Report Project of Sugar Beet Seed Institute. No. 91.41200. Iran. (in Persian).
6. Ahmadian, M., Mohammadinejad, A., and Rahimi, R. 2012. Determining welfare effects of technological improvement policy for sugar beet. Sugar Beet Journal 27 (2): 51-7. (in Persian). https://doi.org/10.22092/jsb.2012.1656
7. Bagheri Shirvan, M., Asadi, G. A., and Koochecki, A. 2020. Evaluation of quantity and quality characteristics of sugar beet varieties in different sowing date of direct sowing and transplanting in Shirvan and Mashhad. Iranian Journal Field Crops Research 17 (4): 551-565. (in Persian). https://doi.org/10.22067/gsc.v17i4.76512
8. Bayat, A., Dastmalchi, A., Shahbazi, H. A., and Fazli, H. 2000. Investigation the possibility of winter cultivation (Entezari) of sugar beet without irrigation to get water from cereals. Final report of project. Khorsan Razavi Agricultural Research Center, No: 80.409. 26 p. (in Persian).
9. Curcic, Z., Ciric, M., Nagl, N., and Taski-Ajdukovic, K. 2018. Effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and their interaction on sugar yield. Frontiers in Plant Science 9: 1041. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041
10. Durr, C., and Boiffin, J. 1995. Sugar beet seedling growth from germination to first leaf stage. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 124: 427-435. https://doi.org/10.1017/S002185960007338X
11. Ghafari, E., Rajabi, A., Izadi, D. A., Rouzbeh, F., and Amiri, R. 2016. Evaluation of new sugar beet monogerm hybrids for drought tolerance. Crop Breeding Journal 8 (17): 8-16. (in Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.jcb.8.17.16
12. Harman, H. H. 1976. Modern factor analysis. 3nd ed. University of Chicago Press, Chicago. 376 pp.
13. Hamidi, H., Ahmadi, M., Ramezanpour, S. S., and Masomi, A. 2018. Evaluation of genetic diversity in sugar beet half-sib inbred lines under farm water stress condition. Crop Breeding Journal 10 (28):145-54. (in Persian). http://doi.org/10.29252/jcb.10.28.145
14. Hosseini, S., Sadeghian, S., and Hasanpour, E. 2007. Assessing the effects of sugar beet research on the shift of sugar supply in Iran. Sugar Beet Journal 23 (1): 79-92. (in Persian). https://doi.org/10.22092/jsb.2007.1254
15. Hosseinpour, M. 2006. Effect of nitrogen management of irrigation water and period growth during on water and light use efficiency in winter sugar beet. Ph.D dissertation. Tarbiat Modares University. (in Persian).
16. Ilkaee, M. N., Forozesh, P., Habibi, D., Taleghani, D., and Rajabi, A. 2016. Response of different sugar beet genotypes to water deficit stress. Sugar Beet Journal 32 (2): 135-146. (in Persian). https://doi.org/10.22092/jsb.2016.107054
17. Jackson, J. E. 1991. A users guide to principal components. John Wiley and Sons Pub., New York.
18. Jahadakbar, M., Ebrahimian, H. R., and Taleghani, D. 2013. Sugar beet autumn planting in warm areas of Esfahan province and Izeh Khozestan. Scientific Journal of Promoting Research Findings in Crops and Horticulture 1 (2): 189-201. (in Persian). https://doi.org/10.22092/rafhc.2012.100128
19. Kandil, A., Badawi, M., El-Mursy, S., and Abdou, U. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic Appl. Sci.). 5 (2): 227-36.
20. Loel, J., and Hoffmann, C. M. 2014. Importance of growth stage and weather conditions for the winter hardiness of autumn sown sugar beet. Field Crops Research 162: 70-6. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.03.007
21. Oroojnia, S., Habibi, D., Taleghani, D., Safari Dolatabadi, S., Pazok, A., Moaveni, P., Rahmani, M., and Farshidi, M. 2012. Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. Iranian Journal Agronomy Plant Breeding 8 (1): 127-144. (in Persian).
22. Pfeiffer, N., Tränkner, C., Lemnian, I., Grosse, I., Müller, A. E., and Jung, C. 2014. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Theoretical and Applied Genetics 127(11): 2479-89. https://doi.org/10.1007/s00122-014-2392-x

23. Rajabi, A., Moghaddam, M., Rahimzadeh, F., Mesbah, M., and Ranji, Z. 2002. Evaluation of genetic diversity in sugar beet (*Beta vulg*aris L.) populations for agronomic traits and crop quality. Iranian Journal Agricultural Science 33 (3): 553-67. (in Persian).
24. Reinsdorf, E., Koch, H. J., and Märländer, B. 2013. Phenotype related differences in frost tolerance of winter sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Field Crops Research 151: 27-34. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.07.007
25. Sadeghi-Shoae, M., Taleghani, D. F., and Habibi, D. 2017. Feasibility study of winter sowing of sugar beet genotypes in moghan region. Research on Crops 18 (3): 534-40. http://doi.org/10.5958/2348-7542.2017.00092.4
26. Sadeghzadeh, S., Shirzadi, M. H., Aghayeezadeh, M., Taleghani, D. F., Javaheri, M. A., and Aliasgari, A. 2012. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). Jounal of Sugar Beet Reseacrch 28 (1): 25-42. (in Persian). https://doi.org/10.22092/jsb.2012.659
27. Stephan, H., Böttcher, U., Sieling, K., and Kage, H. 2020. Yield potential of non-bolting winter sugar beet in Germany. European Journal Agronomy 115: 126035. https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126035
28. Taleghani, D., Moharamzadeh, M., Hemayati, S., Mohammadian, R., and Farahmand, R. 2011. Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in Moghan region in Iran. Seed and Plant Production Journal 27-2 (3): 355-371. (in Persian).
29. Tazikeh, N., Biabani, A., Saberi, A., Rahemi Karizaki, A., and Naeimi, M. 2021. Effect of leaf removal on quantitative and qualitative characteristics of autumn sugar beet cultivars in Golestan privince. Iranian Journal Field Crops Research 19 (2): 141-151. (in Persian). https://doi.org/10.22067/jcesc.2021.37178.0